

УДК 621.762

Н. М. Рышков*, Г. Ж. Муканов

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

**nikolai-ryshkov@mail.ru*

Научный руководитель — доц., канд. техн. наук С. И. Степанов

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ТИТАНА

В работе методами растровой электронной микроскопии, металлографии и испытанием на растяжение изучено влияние режимов селективного лазерного плавления на структуру и свойства титана марки VT1–0. Показано влияние параметров селективного лазерного плавления, таких как мощность лазерного излучения, шаг сканирования, толщина слоя на структуре и пористости.

Ключевые слова: VT1–0, послойное лазерное сплавление, пористость, титан, 3D-печать, порошок, механические свойства

M. N. Ryshkov, G. J. Mukanov

INFLUENCE OF SELECTIVE LASER MELTING PARAMETERS ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF TITANIUM

In this work, by the methods of scanning electron microscopy, metallography, and tensile testing, the effect of selective laser melting modes on the structure and properties of VT1–0 titanium is studied. The effect of selective laser melting parameters, such as laser power, scanning step, layer thickness on the structure and porosity, is shown.

Key words: commercial pure titanium, layered laser fusion, porosity, titanium, 3D printing, powder, mechanical properties

Анализ литературных данных показывает, что послойное лазерное плавление является перспективным методом изготовления изделий из титановых сплавов, в том числе в медицинских целях. Но в настоящее время недостаточно изучено влияние режимов селективно-

го лазерного плавления на свойства и структуру технически чистого титана.

В связи с этим целью работы было исследовать влияние режимов селективного лазерного плавления на структуру и свойства нелегированного титана марки ВТ1–0.

В процессе исследования были поставлены следующие задачи.

1. Установить влияние мощности лазерного излучения, шага сканирования, толщины сплавляемого слоя на структуру и пористость.
2. Определить влияние параметров СЛП на формирование комплекса механических свойств технического чистого титана ВТ1–0.

В ходе работы было исследовано несколько партий титановых образцов, изготовленных методом СЛП. Проведены механические испытания, по результатам которых были выбраны образцы с максимальными и минимальными значениями остаточной пористости. Ключевыми характеристиками при выборе образцов стали условный предел текучести и плотность образца, которые зависят от значений остаточной пористости.

При изготовлении образца с наименьшей остаточной пористостью использованы следующие параметры: мощность лазерного излучения 220 Вт, скорость сканирования — 900 мм/с, шаг штриховки — 140 мкм, шаг в контуре 100 мкм, суммарная плотность энергии — 34,9 Дж/мм³. Типичный внешний вид микроструктуры образцов представлен на рис. 1.

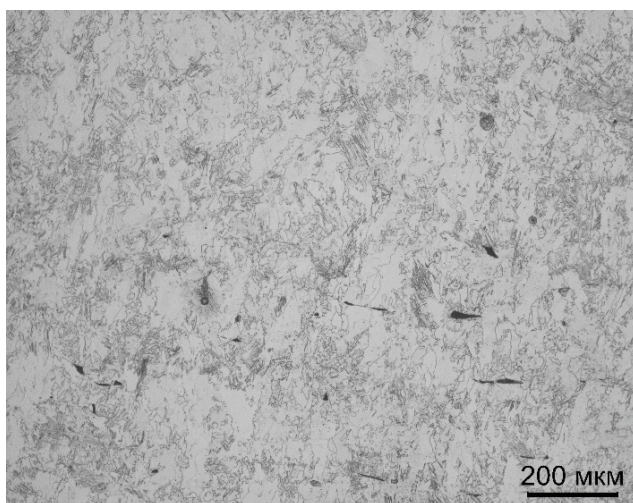


Рис. 1. Структура вдоль направления печати

Микроструктура представлена зернами α -фазы, близкой к равноосной, но на некоторых участках может наблюдаться пластинчатая структура α' -мартенсита, которая образовалась вследствие превращения β -фазы по сдвиговому механизму за счет высоких скоростей охлаждения и теплоотвода в металл.

Анализ скорости сканирования и мощности лазерного излучения может предоставить картину того, как следует выбирать параметры печати, чтобы получить образцы с максимальной плотностью. Для этого предложено так называемое "processing window" или «окна обработки» (рис. 2).

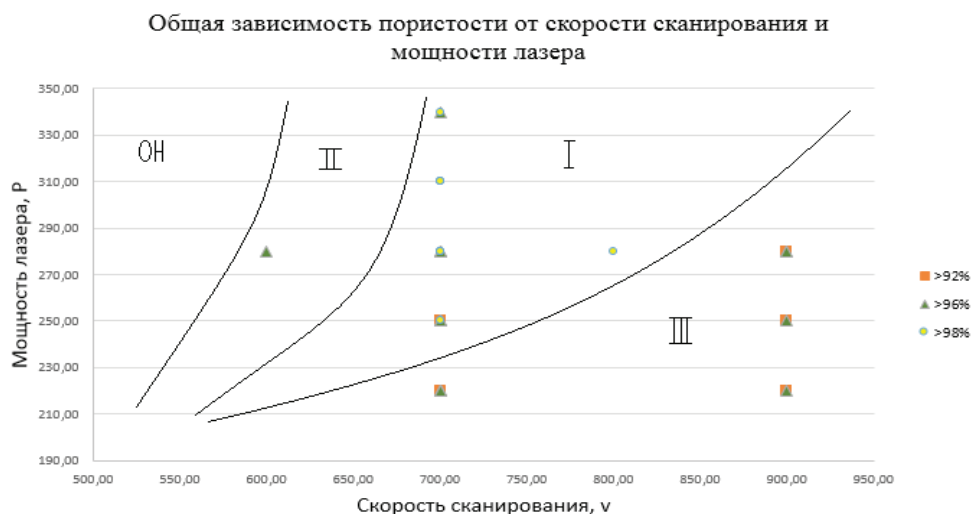


Рис. 2. Окно обработки скорости сканирования и мощности лазера в зависимости от плотности образцов

Исходя из анализа полученного графика можно сделать вывод, что при использовании параметров печати I-й зоны будут получаться образцы практически со 100 % пористостью.

Также нам следует избегать параметров зоны ОН, поскольку выделяемое тепло не может быть отведено немедленно, поэтому, используя такие параметры, мы можем получить дефектный конечный образец в связи с разбрызгиванием частиц сплавляемого порошка.

Параметры зоны II и III, которые называются «предельными параметрами», могут использоваться для изготовления образцов с различными уровнями пористости.

При более высоком подводе энергии в зону I будут образовываться горячие трещины, в зоне II — полностью плотные образцы, а в зону III — будет приводить к эффекту комкования из-за неустойчивости ванны расплава.

В опытах с применением метода селективного лазерного плавления удалось получить полностью плотные образцы из титанового порошка ВТ1—0 при уровне достижения относительной плотности выше 99 %, а при изготовлении тонкостенных титановых образцов уровень достижения относительной плотности выше 97,6 %.